DOI: 10.33266/1024-6177-2022-67-5-80-85

В.И. Чернов^{1,2}, Е.А. Дудникова¹, В.Е. Гольдберг¹, А.В. Гольдберг¹, Т.Л. Кравчук¹, А.В. Муравлева¹, Р.В. Зельчан^{1,2}, А.А. Медведева¹, О.Д. Брагина^{1,2}, А.Н. Рыбина¹

ОДНОФОТОННАЯ ЭМИССИОННАЯ КОМПЬЮТЕРНАЯ ТОМОГРАФИЯ С 99mTc-1-ТИО-D-ГЛЮКОЗОЙ В СТАДИРОВАНИИ ЛИМФОМ

¹Томский национальный медицинский исследовательский центр Российской академии наук, научно-исследовательский институт онкологии, Томск

²НИЦ «Онкотераностика», Исследовательская школа химических и биомедицинских технологий, Национальный исследовательский Томский политехнический Университет, Томск

Контактное лицо: Владимир Иванович Чернов, e-mail: chernov@tnimc.ru

РЕФЕРАТ

<u>Цель:</u> Изучить возможность применения ОФЭКТ с новым отечественным РФП 99m Tc-1-тио-D-глюкозой (99m Tc-TГ) для стадирования лимфом.

Материал и методы: В исследование было включено 53 пациента с верифицированным диагнозом лимфома (38 человек – основная группа) и аденопатиями неопухолевого генеза (15 больных − группа сравнения). Всем пациентам основной группы выполнялись ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ, КТ органов грудной клетки, органов брюшной полости и всех заинтересованных областей, ультразвуковое исследование, а также биопсия с последующим гистологическим и иммуногистохимическим (ИГХ) исследованием. Пяти пациентам выполнялась дополнительно ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ. Референсными методами верификации являлись гистологическое и ИГХ исследование либо, при невозможности его выполнения, клиническое наблюдение за больным в течение года с проведением стандартных контрольных инструментальных исследований, ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ, а также ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ. В группе сравнения ОФЭКТ с ^{99m}Тс-тио-D-глюкозой проводили однократно перед выполнением биопсии.

<u>Результаты</u>: При оценке результатов исследования было показано, что ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ позволила выявить гиперметаболические очаги в 75 % пораженных лимфатических узлах и в 81 % экстранодальных образованиях, установленных референсными методами диагностики. Невысокие показатели чувствительности обусловлены низкой диагностической эффективностью метода при выявлении очагов поражения в брюшной полости и связаны с высокой фоновой активностью крови и физиологическим усилением накопления ^{99m}Тс-ТГ в почках и мочевом пузыре. Тем не менее, метод позволил дополнительно визуализировать нодальные и экстранодальные поражения в 7 и 9 % случаев соответственно. Исследование лиц группы сравнения показало, что ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ обладает высокой специфичностью (93 %) в диагностике лимфом.

обладает высокой специфичностью (93 %) в диагностике лимфом.

<u>Заключение:</u> Метод ОФЭКТ с ⁹⁹mTc-TГ обладает высокой специфичностью (93 %) в диагностике лимфом и может использоваться в качестве дополнительного метода исследования при стадировании лимфопролиферативных заболеваний.

Ключевые слова: лимфопролиферативные заболевания, лимфома Ходжкина, неходжкинские лимфомы, однофотонная эмиссионная компьютерная томография, ^{99m}Tc-1-Tuo-D-глюкоза

Для цитирования: Чернов В.И., Дудникова Е.А., Гольдберг В.Е., Гольдберг А.В., Кравчук Т.Л., Муравлева А.В., Зельчан Р.В., Медведева А.А., Брагина О.Д., Рыбина А.Н. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография с ^{99m}Tс-1-тио-D-глюкозой в стадировании лимфом // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2022. Т. 67. № 5. С. 80–85. DOI:10.33266/1024-6177-2022-67-5-80-85

DOI: 10.33266/1024-6177-2022-67-5-80-85

V.I. Chernov^{1,2}, E.A. Dudnikova¹, V.E. Goldberg¹, A.V. Goldberg¹, T.L. Kravchuk¹, A.V. Muravleva¹, R.V. Zelchan^{1,2}, A.A. Medvedeva¹, O.D. Bragina^{1,2}, A.N. Rybina¹

Single-photon Emission Computerized Tomography with 99mTc-1-Thio-D-glucose in the Staging of Lymphomas

¹Cancer Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia ² Research Centrum for Oncotheranostics, Research School of Chemistry and Applied Biomedical Sciences, Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

Contact person: V.I. Chernov, e-mail: chernov@tnimc.ru

ABSTRACT

 $\underline{\underline{Purpose:}} \ To \ study \ the \ possibility \ of \ using \ SPECT \ with \ a \ new \ radiopharmaceutical \ ^{99m}Tc-1-thio-D-glucose \ (^{99m}Tc-TG) \ for \ staging \ lymphomas.$

Material and methods: The study included 53 patients with a verified diagnosis of lymphoma (38 people – the main group) and adenopathy of non-tumor origin (15 patients - the comparison group). All patients of the main group underwent ^{99m}Tc-TG SPECT, CT of the chest, abdominal organs and all interested areas, ultrasound, and biopsy followed by histological and immunohistochemical studies. Five patients underwent additional ¹⁸F-FDG PET/CT. The reference verification methods were histological and IHC examination or, if it was impossible to perform it, clinical observation of the patient for a year with standard control instrumental studies, ¹⁸F-FDG PET/CT and ^{99m}Tc-TG SPECT. In the comparison group, ^{99m}Tc-TG SPECT was performed once before the biopsy.

Results: It was shown that ^{99m}Tc-TG SPECT made it possible to identify hypermetabolic foci in 75 % of the affected lymph nodes and in

Results: It was shown that ^{59m}Tc-TG SPECT made it possible to identify hypermetabolic foci in 75 % of the affected lymph nodes and in 81 % of extranodal formations established by reference diagnostic methods. The low sensitivity ^{99m}Tc-TG SPECT are due to the low diagnostic efficiency of the method in detecting lesions in the abdominal cavity and are associated with a high background blood activity and a

physiological increase in the accumulation of ^{99m}Tc-TG in the kidneys and bladder. However, the method allowed additional visualization of nodal and extranodal lesions in 7 and 9 % of cases, respectively. However, the method allowed additional visualization of nodal and extranodal lesions in 7 % and 9 % of cases, respectively. A study of persons in the comparison group showed that ^{99m}Tc-TG SPECT has a high specificity (93 %) in the diagnosis of lymphomas.

Conclusion: The ^{99m}Tc-TG SPECT with has a high specificity (93 %) in the diagnosis of lymphomas and can be used as an additional method of investigation in the staging of lymphoproliferative diseases.

Keywords: lymphomas, Hodgkin's lymphoma, non-Hodgkin's lymphomas, single-photon emission computed tomography, ^{99m}Tc-1-Thio -D-glucose

For citation: Chernov VI, Dudnikova EA, Goldberg VE, Goldberg AV, Kravchuk TL, Muravleva AV, Zelchan RV, Medvedeva AA, Bragina OD, Rybina AN. Single-photon Emission Computerized Tomography with 99mTc-1-Thio-D-glucose in the Staging of Lymphomas. Medical Radiology and Radiation Safety. 2022;67(5):80–85. (In Russian). DOI:10.33266/1024-6177-2022-67-5-80-85

Введение

В настоящее время ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ стали неотъемлемой частью алгоритма постановки диагноза у больных лимфомами. Этот метод одобрен клиническими рекомендациям Ассоциации онкологов России [1], Американской ассоциации клинической онкологии (ASCO) [2, 3] и Европейского общества медицинской онкологии (ESMO) [4].

В то же время, несмотря на доказанную эффективность применения ПЭТ с ¹⁸F-ФДГ в диагностике, стадировании, мониторинге и прогнозе лечения лимфопролиферативных заболеваний, применение этого метода в нашей стране ограничено высокой стоимостью исследования и недостаточным количеством ПЭТ-центров, которые располагаются преимущественно в центральных регионах Российской Федерации [5–7]. Вместе с тем, в России существует более 200 радиодиагностических подразделений, оснащенных ОФЭКТ-сканерами, поэтому использование радиофармпрепаратов (РФП), меченных более доступными гамма-излучающими нуклидами, сохраняет свою актуальность [8].

Перспективным РФП для визуализации лимфом является ^{99m}Тс-1-тио-D-глюкоза (^{99m}Тс-ТГ). Радиофарм-препарат представляет собой комплекс производного глюкозы в виде 1-тио-D-глюкоза и ^{99m}Tc, в котором 1-тио-D-глюкоза выполняет функцию транспортера радиоизотопной метки (^{99m}Tc). В рамках проекта ФЦП «Фарма 2020» «Доклинические исследования радиофармацевтического препарата на основе меченной ^{99m}Tc производной глюкозы для радионуклидной диагностики онкологических заболеваний» (№ 14.N08.11.0033) в НИИ онкологии Томского НИМЦ и Томском политехническом университете разработан РФП 99m Tc-TГ и проведен комплекс его доклинических исследований. Доказано, что ^{99m}Tc-ТГ нетоксичен и характеризуются высокой аккумуляцией в опухолевых клетках in vivo и in vitro [9–11]. В пилотных клинических исследованиях была показана принципиальная возможность использования этого индикатора для визуализации лимфом [12–15]. В то же время возможности применения 99mTc-ТГ для оценки распространенности лимфопролиферативных заболеваний не исследовались.

В связи с этим целью настоящей работы явилась изучение возможности применения ОФЭКТ с новым отечественным РФП $^{99\rm m}$ Tc-TГ для стадирования лимфом.

Материал и методы

В исследование было включено 53 пациента в возрасте 18–82 лет с верифицированным диагнозом лимфомы и аденопатиями неопухолевого генеза, которые с 2017 по 2020 гг. находились на обследовании в НИИ онкологии Томского НИМЦ.

В основную группу вошли 38 пациентов со злокачественными лимфомами. В исследовании приняли уча-

стие 19 мужчин и 19 женщин от 18 до 82 лет, средний возраст которых пациентов составил 42,2 г. Распределение пациентов по стадиям было следующим: 2 (5 %) больных с I клинической стадией, 12 (32 %) – со II, 7 (18 %) с III и большинство пациентов 17 (45 %) с IV клинической стадией.

По результатам иммуногистохимического (ИГХ) исследования, распределение по типам лимфом составило: 18 (47 %) больных с лимфомой Ходжкина (ЛХ) и 20 (53 %) пациентов с агрессивными неходжкинскими лимфомами (НХЛ) (14 пациентов с диффузной В-крупноклеточной лимфомой, 3— с фолликулярной лимфомой, 1— с лимфомой из малых лимфоцитов, 1— с лимфомой из В-клеток маргинальной зоны и 1— с Т-клеточной лимфомой).

Всем пациентам основной группы выполнялись ОФЭКТ с $^{99\text{m}}$ Тс-ТГ, КТ органов грудной клетки, органов брюшной полости и всех заинтересованных областей (Siemens Somatom Emotions 16 ECO), ультразвуковое исследование (GE LOGIQ E9), а также биопсия с последующим гистологическим и иммуногистохимическим исследованием. Пяти пациентам выполнялась дополнительно ПЭТ/КТ с 18 F-ФДГ (GE Discovery PET/CT 600).

Для анализа полученных результатов стандартными методами исследования считались традиционные лучевые методики (КТ, МРТ, УЗИ) диагностики лимфом. Референсными методами верификации являлись гистологическое и ИГХ-исследование либо, при невозможности его выполнения, клиническое наблюдение за больным в течение года с проведением стандартных контрольных инструментальных исследований, ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ, а также ОФЭКТ с ^{99m}Tс-ТГ.

Группу сравнения составили 15 пациентов с аденопатиями и с исключенным лимфопролиферативным заболеванием либо иной онкологической патологией по данным клинико-инструментального и морфологического исследования. У большинства из них (14 чел.) наблюдалась аденопатия различной локализации вследствии ВИЧ-инфекции, в одном случае диагностирован гранулематозный лимфаденит с поражением подмышечных лимфатических узлов. Возрастной интервал в этой группе составил от 23 до 50 лет, средний возраст в этой группе составил 36,7 лет. В данной группе ОФЭКТ с ^{99т}Тс-1-тио-D-глюкозой проводили однократно перед выполнением биопсии.

ОФЭКТ выполнялось на гамма-камере Е.cam 180 фирмы Siemens (Германия) в томографическом режиме с применением коллиматоров высокого разрешения для энергии 140 кэВ. Перед проведением исследования исключался прием пищи минимум за 6 часов. Введение радиофармпрепарата активностью 500 МБк осуществлялось в локтевую вену руки. Исследование выполнялось через 1 час после введения РФП в режиме 2 «кровати». Во время проведения ОФЭКТ пациент находился

в положении лежа на спине с поднятыми за голову руками. При этом регистрировались изображения лицевой части черепа, шеи, грудной клетки, брюшной полости, малого таза и паховой области. Проводилась запись 32 проекций (каждая по 30 c) в матрицу 64×64 пиксела без аппаратного увеличения. Полученные данные были обработаны посредством специализированной системы Е. Soft фирмы Siemens (Германия). Полученные изображения аксиальных, сагиттальных и корональных срезов оценивались качественно с определением характера накопления РФП в патологических очагах. Анализ томографических сканов осуществлялся визуально. Оценивалось состояние лимфатических узлов, селезенки, печени, желудочно-кишечного тракта и костной системы. Сравнивались изображения контралатеральных зон, при этом патологическими считались асимметричные участки гиперфиксации РФП.

Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась с использованием пакета программ Statistica v 6.0. Диагностическая эффективность метода рассчитывалась по стандартным критериям: чувствительность, специфичность, точность, – в соответствии с рекомендациями научной группы ВОЗ (Женева, 1992).

Результаты и обсуждение

Согласно референсным методам диагностики (клиническое обследование, КТ, МРТ, УЗИ, ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ и ПЭТ/КТ у 5 пациентов) у 38 обследованных больных лимфомой, поражения лимфатических узлов выявлены в 102 областях (табл. 1). Чаще всего наблюдались поражения в шейных (24 (23 %) пациента), внутригрудных (22 (21 %) пациента), внутрибрюшных и забрюшинных лимфатических узлах (17 (17 %) пациентов), а также в аксиллярных лимфатических узлах (17 (17 %) пациентов). Поражения паховых и подвздошных лимфатических узлов встречались реже (6 (6 %) пациентов) (табл. 1).

Стандартные клинико-инструментальные методы исследования (клинический осмотр, КТ, МРТ, УЗИ) позволили обнаружить 91 (89 %) из 102 пораженных лимфатических узлов. Традиционные методы оказались наиболее чувствительны при оценке состояния внутригрудных, над- и подключичных лимфатических узлов (табл. 1).

При оценке результатов ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ очаги повышенной аккумуляции РФП были выявлены у всех пациентов. Были визуализированы 77 (75 %) из 102 лимфатических узлов. Наиболее чувствительным данный метод диагностики показал себя при поражении аксиллярных лимфатических узлов (94 %) (рис. 1), причем у 5 пациентов были выявлены дополнительные гиперметаболические очаги в этой области, которые не определялись стандартными методами обследования. Кро-

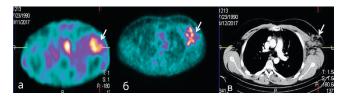


Рис. 1. Визуализация пораженного аксиллярного лимфатического узла слева (стрелки) у пациента с ЛХ по данным ОФЭКТ с 99m Tc-TГ (а), ПЭТ с 18 F-ФДГ (б) и КТ (в)

Fig.1. Visualization of the left axillary lymphatic node lesion (arrows) in the patient with HL according to ^{99m}Tc-TG SPECT (a), ¹⁸F-FDG PET (6) and CT (B)

ме того, высокая чувствительность была показана при диагностике лимфатических узлов головы и шеи (83 %) (табл. 1), причем из четырех лимфатических узлов, не выявленных по результатам ОФЭКТ, в двух случаях патология была установлена по результатам осмотра (пальпация), и не подтверждалась лучевыми методами диагностики (КТ и УЗИ). В то же время, диагностическая эффективность ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ оказалась неудовлетворительной при поражении над- и подключичных лимфатических узлов (63 %), однако с помощью этого метода был обнаружен дополнительный очаг патологической аккумуляции в данной области, не определяемый по результатам стандартных методов диагностики. Достаточно низкой оказалась диагностическая эффективность метода в выявлении внутрибрюшинных и забрюшинных лимфатических узлов (47 %) (рис. 2, табл. 1).

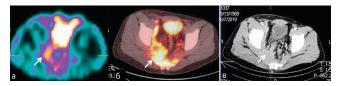


Рис. 2. Визуализация поражения забрюшинного лимфатического узла справа (стрелки) у пациента с ЛХ по данным ОФЭКТ с 99m Tc-T Γ (a), ПЭТ с 18 F-ФД Γ (б) и КТ (в)

Fig.2 Visualization of the right retroperitoneal lymphatic node lesion (arrows) in the patient with HL according to 99m Tc-TG SPECT (a), 18 F-FDG PET (6) and CT (B)

Таким образом, диагностическая эффективность ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ уступала традиционным методам лучевой диагностики, особенно при визуализации внутрибрюшных и забрюшинных лимфатических узлов. Во многом это было связано с особенностью элиминации РФП из организма. Преимущественно ^{99m}Тс-ТГ выводится почками. При этом активное накопление индикатора в почках, мочевом пузыре и мочеточниках препятствует получению качественных изображений на гаммакамерах, не оснащенных компьютерным томографом, что не позволяет визуализировать анатомические ори-

бища 1
Распределение узловых поражений у больных лимфомой по отношению к референсным методам исследования (n = 38)
Distribution of nodal lesions in patients with lymphoma in relation to reference research methods (n = 38)

Группы пораженных лимфатических узлов	ОФЭКТ с ^{99m} Тс-ТГ			Стандартные методы	Референсные
	Совпадение стандартных методов и ОФЭКТ с 59mTc-TГ	Не определяялись	Дополнительно выявлены к стандартным методам	(<i>n</i> / % к реф. методам)	методы
Шейные, подбородочные, щечные	20	0	0	22/92	24
Над-/подключичные	10	5	1	15/95	16
Аксиллярные	11	1	5	12/71	17
Внутригрудные	16	6	0	22/100	22
Внутрибрюшинные и забрюшинные	8	9	0	15/88	17
Подвздошные и паховые	5	1	1	5/83	6
Всего:	70	22	7	91/89	102

Ядерная медицина Nuclear medicine

Таблица 2
Распределение экстранодальных поражений у больных лимфомой по отношению к референсным методам (n = 38)
Distribution of extranodal lesions in patients with lymphoma in relation to reference research methods (n = 38)

Экстранодальные поражения	АЄФО	Стандартные методы	Референсные		
	Совпадение стандартных методов и ОФЭКТ с 99mTc-TГ	Не определялись	Дополнительно выявлены	(п / % к реф. методам)	методы
Легкие	5	1	2	6/75	8
Селезенка	3	3	0	5/83	6
Рото- и носоглотка	4	0	0	4/100	4
Желудок	3	0	0	3/100	3
Слюнные железы	2	0	0	2/100	2
Печень	1	1	0	2/100	2
Красный костный мозг	3	0	1	3/75	4
Мягкие ткани	1	0	0	1/50	2
Молочная железа	1	0	0	1/100	1
Всего:	23	5	3	27/87	32

ентиры. Тем не менее, использование ОФЭКТ с 99m Тс-ТГ позволило нам дополнительно выявить поражение 7 (7 %) групп лимфатических узлов, что является предпосылкой для использования ОФЭКТ с 99m Тс-ТГ в качестве дополнительного исследования к стандартным методам лучевой диагностики.

Распределение экстранодальных поражений у больных лимфомой по отношению к референсным методам представлено в табл. 2. По результатам референсных методов диагностики у 38 пациентов было выявлено 32 экстранодальных очага поражения. Патологические изменения в легких были диагностированы у 8 (25 %) человек, в селезенке — у 6 (19 %), поражение рото- и носоглотки выявлено у 4 (13 %) обследуемых, желудка — у 3 (9 %), слюнных желез и печени — у 2 (6 %), красного костного мозга — у 4 (13 %) пациентов, мягких тканей — у 2 (6 %) и молочной железы — у 1 (3 %) больной (табл. 2).

Согласно данным стандартного клинико-инструментального исследования, у обследованных удалось визуализировать 27 (87 %) очагов экстранодального поражения (табл. 2): 6 – в легких, 5 – в селезенке, 4 – в рото— и носоглотке, 3 – в желудке, по 2 – в красном костном мозге, слюнных железах и в печени и по 1 в мягких тканях и молочной железе.

При проведении ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ экстранодальные гиперметаболические очаги были выявлены в 26 (81 %) случаях. Совпадение поражений по результатам ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ и стандартных методов диагностики выявлено в 5 (63 %) случаях легочной локализации, в 3 (50 %) случаях в селезенке, в 1 (50 %) случае в печени и мягких тканях (50 %), в 3 случаях (75 %) в красном костном мозге, и во всех случаях патологии рото- и носоглотки, желудка, слюнных желез (рис. 3) и молочной железы (рис. 4, табл. 2). В 3 (9 %) случаях с помощью ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ удалось визуализировать ранее не выявленные очаги.

У двух пациентов по данным ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ были выявлены гиперметаболические поражения в легких, которые не были обнаружены по результатам КТ. У одной пациентки был диагностирован очаг повышенной аккумуляции РФП в лопатке (рис. 5 а), который не был описан по результатам КТ. При повторном пересмотре КТ, поражение лопатки было подтверждено (рис. 5 б). По данным контрольного ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ после проведения 2 курсов химиотерапиии отмечался полный метаболический ответ на лечение, в виде отсутствия патологической аккумуляции РФП (рис. 5 в). Также пациенткой отмечено клиническое улучшение в виде исчезновения болевого синдрома, который ранее она не связывала с проявлением лимфопролиферативного

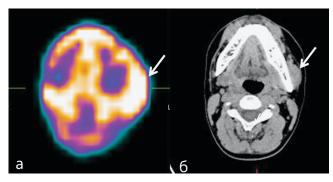


Рис. 3. Визуализация поражения левой околоушной слюнной железы у пациента с ЛХ (стрелки) по данным ОФЭКТ с 99mTc-TГ (а) и КТ (б)

Fig. 3. Visualization of the left parotid salivary gland lesion (arrows) in the patient with HL according to $^{99m}\text{Te-TG}$ SPECT (a) and CT (6)

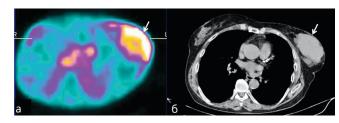


Рис. 4. Визуализация поражения левой молочной железы (стрелки) у пациентки с диффузной В-крупноклеточной лимфомой по данным ОФЭКТ с 99mTc-TГ (а) и КТ (б)

Fig. 4. Visualization of the left breast lesion (arrows) in a patient with diffuse large B-cell lymphoma according to $^{99m}\text{Tc-TG}$ SPECT (a) and CT (6)

процесса.



Рис. 5. Визуализация поражения правой лопатки (стрелки) у пациентки с диффузной В-крупноклеточной лимфомой по данным ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ (а), КТ (б), а также ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ после двух курсов химиотерапии по протоколу R-CHOP (в)

Fig. 5. Visualization of the right scapula lesion (arrows) in the patient with diffuse large B-cell lymphoma according to 99mTc-TG SPECT (a), CT (6), as well as 99mTc-TG SPECT TG after two courses of chemotherapy according to R-CHOP (B)

Результаты исследований пациентов группы сравнения показали, что только в одном случае из 15 визу-

ализировалась гиперфиксация ^{99m}Tc-TГ в увеличенном лимфатическом узле (рис. 6). Этому пациенту был установлен диагноз гранулематозного лимфаденита с поражением подмышечных лимфатических узлов.

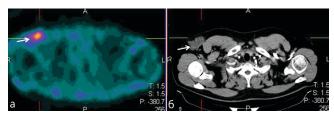


Рис. 6. Визуализация пораженного аксиллярного лимфатического узла справа (стрелки) у пациента с гранулематозным лимфаденитом по данным ОФЭКТ с 99mTc-TГ (а) и КТ (б)

Fig. 6. Visualization of the right axillary lymphatic node lesion (arrows) in a the patient with granulomatous lymphadenitis according to \$99mTe-TG SPECT (a) and CT (6)

У остальных больных с аденопатией различных групп лимфатических узлов вследствие ВИЧ-инфекции, повышенной аккумуляции РФП в увеличенных лимфатических узлах не наблюдалось (рис. 7). Таким образом, специфичность ОФЭКТ с ^{99m}Tс-ТГ в выявлении нодальных поражений составила 93 %.

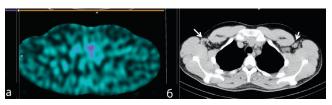


Рис. 7. Отсутствие гиперфиксация радиофармпрепарата ^{99m}Tc-TГ по данным ОФЭКТ (а) в увеличенный (до 22 мм) по данным КТ (б) правый аксиллярный лимфатический узел (стрелки) у пациента с аденопатией вследствие ВИЧ-инфекции

Fig. 7. Absence of ^{99m}Tc-TG uptake according to SPECT data (a) in enlarged (up to 22 mm) according to CT data (6) right axillary lymph node (arrows) in a patient with adenopathy due to HIV infection

У одной пациентки группы сравнения была выявлена повышенная аккумуляция $P\Phi\Pi$ в желчном пузыре. В этом случае в списке сопутствующих заболеваний фигурировал диагноз холецистита (рис. 8).

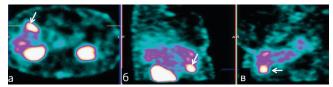


Рис. 8. Визуализация очага гиперметаболического накопления ^{99m}Tс-ТГ по данным ОФЭКТ (стрелки) в проекции желчного пузыря у пациентки с сопутствующим диагнозом холецистита на аксиальном (а), фронтальном (б) и сагиттальном срезах (в)

Fig. 8. Visualization of the high ^{99m}Tc-TG uptake in the gallbladder in the patient with a concomitant diagnosis of cholecystitis according to SPECT data (arrows) in the axial (a), frontal (δ) and sagittal projections (β)

Заключение

Резюмируя результаты исследования, можно констатировать, что ОФЭКТ с ^{99m}Тс-ТГ позволила выявить гиперметаболические очаги в 75 % пораженных лимфатических узлах и в 81 % экстранодальных образованиях, установленных референсными методами диагностики. Невысокие показатели чувствительности обусловлены низкой диагностической эффективностью метода при выявлении очагов поражения в брюшной полости и связаны с высокой фоновой активностью крови и физиологическим усилением накопления ^{99m}Tc-TГ в почках и мочевом пузыре. Тем не менее, метод позволил дополнительно визуализировать нодальные и экстранодальные поражения в 7 и 9 % случаев соответственно. Этот факт позволяет рекомендовать применение ОФЭКТ с 99mTc-ТГ в качестве дополнительного метода диагностики при выполнении стандартных (анатомических) исследования (КТ, УЗИ, МРТ). Исследование лиц группы сравнения показало, что ОФЭКТ с 99m Тс-ТГ обладает высокой специфичностью (93 %) в диагностике лимфом.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- 1. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению злокачественных лимфопролиферативных заболеваний / Под ред. Поддубной И.В., Савченко В.Г. 2018. 470 С. Интернет ресурс: https://rusoncohem.ru/klinrec/klinrekomendatsii-limfoproliferativnykh-zabolevaniy/.
- Barrington S.F., Mikhaeel N.G., Kostakoglu L., et al. Role of Imaging in the Staging and Response Assessment of Lymphoma: Consensus of the International Conference on Malignant Lymphomas Imaging Working Group // J. Clin. Oncol. 2014. No. 32. P. 3048–3058. DOI: 10.1200/JCO.2013.53.5229.
- Cheson B.D., Fisher R.I., Barrington S.F., et al. Recommendations for Initial Evaluation, Staging, and Response Assessment of Hodgkin and Non-Hodgkin Lymphoma: the Lugano Classification // J. Clin. Oncol. 2014. No. 32. P. 3059–3068. DOI: 10.1200/JCO.2013.54.8800.
- Dreyling M., Thieblemont C., Gallamini A., et al. ESMO Consensus Conferences: Guidelines on Malignant Lymphoma. Part 2. Marginal Zone Lymphoma, Mantle Cell Lymphoma, Peripheral T-Cell Lymphoma // Ann. Oncol. 2013. No. 24. P. 857–877. DOI:- 10.1093/annonc/mds643.
- 5. Чернов В.И., Дудникова Е.А., Гольдберг В.Е. и др. Позитронная эмиссионная томография в диагностике и мониторинге лимфопролиферативных заболеваний // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2018. Т.63, № 6. С. 41–50. DOI: 10.12737/article_5c0b8d72a8 bb98.40545646.
- Чанчикова Н.Г., Дудникова Е.А., Карлова Е.А. и др. Возможности ПЭТ/КТ с ¹⁸F-ФДГ в диагностике и стадировании лимфом // Вопросы онкологии. 2019. Т.65, № 1. С. 147–153. DOI: org/10.37469/0507-3758-2019-65-1-147-153.

- 7. Чанчикова Н.Г., Чернов В.И., Дудникова Е.А. и др. Роль позитронной эмиссионной и компьютерной томографии с ¹⁸F-флуоро-2-дезокси-D-глюкозой в оценке эффективности терапии и прогнозе лимфом // Бюллетень сибирской медицины. 2021. Т.20, № 2. С. 120–129. https://doi.org/10.20538/1682-0363-2021-2-120-129.
- Чернов В.И., Дудникова Е.А., Гольдберг В.Е. и др. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография в диагностике и мониторинге лимфопролиферативных заболеваний // Медицинская радиология и радиационная безопасность. 2019. Т.64, № 3. С. 58–63. DOI: 10.12737/article_5cf3dfefe6 0b13.90120976.
- Zeltchan R., Medvedeva A., Sinilkin I., et al. Experimental Study of Radiopharmaceuticals Based on Technetium-99m Labeled Derivative of Glucose for Tumor Diagnosis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. P. 012054. DOI. 10.1088/1757-899X/135/1/012054.
- Зельчан Р.В., Медведева А.А., Синилкин И.Г. и др. Изучение функциональной пригодности туморотропного радиофармпрепарата ^{99m}Tc-1-тио-D-глюкоза в эксперименте // Молекулярная медицина. 2018. Т.16, № 2. С. 54–57. DOI: https://doi.org/10.29296/24999490-2018-03-11.
- Чернов В.И., Медведева А.А., Синилкин И.Г. и др. Разработка радиофармпрепаратов для радионуклидной диагностики в онкологии // Медицинская визуализация. 2016.
 № 2. С. 63–66.
- 12. Чернов В.И., Дудникова Е.А., Зельчан Р.В. и др. Однофотонная эмиссионная компьютерная томография с 99mtc-1-тио-d-глюкозой в диагностике и стадировании злокачественных лимфом: первый опыт использования // Сибир-

ский онкологический журнал. 2018. Т.17, № 4. С. 81–87. DOI: org/10.21294/1814-4861-2018-17-4-81-87.

13. Дудникова Е.А., Чернов В.И., Муравлева А.В. и др. Метаболическая однофотонная эмиссионная компьютерная томография с новым радиофармацевтическим препаратом «^{99m}Tc-1-тио-D-глюкоза» в диагностике и мониторинге изолированной лимфомы молочной железы (клиническое наблюдение) // Сибирский онкологический журнал. 2020. Т.19, № 5. С. 145–153. doi: 10.21294/1814-4861-2020-19-5-145-153.

14. Муравлева А.В., Чернов В.И., Дудникова Е.А. и др. Метаболическая однофотонная эмиссионная компьютерная томография с «^{99m}Tс-1-тио-d-глюкозой» – новые возможности стадирования лимфомы Ходжкина // Российский электронный журнал лучевой диагностики. 2021. Т.11, № 3. С. 171–177. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-3-171-177.

 Chernov V., Dudnikova E., Zelchan R., et al. Phase I Trial of ^{99m}Tc-1-Thio-D-Glucose for Imaging of Lymphomas // Preprints. 2022. doi: 10.20944/preprints202205.0028.v1.

REFERENCES

- Rossiyskiye Klinicheskiye Rekomendatsii po Diagnostike i Lecheniyu Zlokachestvennykh Limfoproliferativnykh Zabolevaniy = Russian Clinical Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Malignant Lymphoproliferative Diseases. Ed. Poddubnaya I.V., Savchenko V.G. 2018. 470 p. URL: https://rusoncohem.ru/klinrec/klin-rekomendatsii-limfoproliferativnykh-zabolevaniy/_(In Russ.).
- Barrington S.F., Mikhaeel N.G., Kostakoglu L., Meignan M., Hutchings M., Müeller S.P., et al. Role of Imaging in the Staging and Response Assessment of Lymphoma: Consensus of the International Conference on Malignant Lymphomas Imaging Working Group. J. Clin. Oncol. 2014;32:3048–3058. DOI: 10.1200/JCO.2013.53.5229.
- Cheson B.D., Fisher R.I., Barrington S.F., Cavalli F., Schwartz L.H., Zucca E., et al. Recommendations for Initial Evaluation, Staging, and Response Assessment of Hodgkin and Non-Hodgkin Lymphoma: the Lugano classification. J. Clin. Oncol. 2014;32:3059–3068. DOI: 10.1200/JCO.2013.54.8800.
- Dreyling M., Thieblemont C., Gallamini A., Arcaini L., Campo E., Hermine O., et al. ESMO Consensus Conferences: Guidelines On Malignant Lymphoma. Part 2. Marginal Zone Lymphoma, Mantle Cell Lymphoma, Peripheral T-Cell Lymphoma. Ann. Oncol. 2013;24:857–877. DOI:- 10.1093/annonc/mds643
- Chernov V.I., Dudnikova Ye.A., Goldberg V.Ye., et al. Positron Emission Tomography in the Diagnosis and Monitoring of Lymphomas. Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost = Medical Radiology and Radiation Safety. 2018;63;6:41– 50. DOI: 10.12737/article_5c0b8d72a8bb98.40545646 (In Russ.).
- Chanchikova N.G., Dudnikova Ye.A., Karlova Ye.A., et al. Possibilities of 18F-FDG PET/CT in the Diagnosis and Staging of Lymphomas. *Voprosy Onkologii* = Problems in Oncology. 2019;65;1:147–153. DOI: org/10.37469/0507-3758-2019-65-1-147-153 (In Russ.).
- Chanchikova N.G., Chernov V.I., Dudnikova Ye.A., et al. The Role of 18F-FDG PET/CT in Evaluation of Therapy Effectiveness and Prognosis of Lymphomas. *Byulleten Sibirskoy Meditsiny* = Bulletin of Siberian Medicine. 2021;20;2:120–129. DOI: org/10.20538/1682-0363-2021-2-120-129 (In Russ.).
- Chernov V.I., Dudnikova Ye.A., Goldberg V.Ye., et al. Single-Photon Emission Computerized Tomography in the Di-

- agnosis and Monitoring of Lymphomas. *Meditsinskaya Radiologiya i Radiatsionnaya Bezopasnost* = Medical Radiology and Radiation Safety. 2019;64;3:58–63. DOI: 10.12737/article_5cf3dfefe60b13.90120976 (In Russ.).
- Zeltchan R., Medvedeva A., Sinilkin I., et al. Experimental Study of Radiopharmaceuticals Based on Technetium-99m Labeled Derivative of Glucose for Tumor Diagnosis // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2016. P. 012054. DOI. 10.1088/1757-899X/135/1/012054.
- Zelchan R.V., Medvedeva A.A., Sinilkin I.G., et al. The Study of the Functional Suitability of the Tumoritropic Radiopharmaceutical 99mTc-1-Thio-D-Glucose in the Experiment. *Molekulyarnaya meditsina* = Molecular medicine. 2018.16;2:54–57. DOI: https://doi.org/10.29296/24999490-2018-03-11 (In Russ.).
- Chernov V.I., Medvedeva A.A., Sinilkin I.G., et al. Development Radiopharmaceuticals for Nuclear Medicine in Oncology. Meditsinskaya vizualizatsiya = Medical Visualization. 2016; 2:63-66 (In Russ.).
- 12. Chernov V.I., Dudnikova Ye.A., Zelchan R.V., et al. The First Experience of Using ^{99m}Tc-1-Thio-D-Glucose for Single-Photon Emission Computed Tomography Imaging of Lymphomas. *Sibirskiy Onkologicheskiy Zhurnal* = Siberian Journal of Oncology. 2018;17;4:81–87. DOI: org/10.21294/1814-4861-2018-17-4-81-87 (In Russ.).
- 13. Dudnikova Ye.A., Chernov V.I., Muravleva A.V., et al. Metabolic Single-Photon Emission Computed Tomography with the New Radiopharmaceutical ^{99m}Tc-1-Thio-D-Glucose In the Diagnosis and Monitoring of the Primary Breast Lymphoma (Case Report). *Sibirskiy Onkologicheskiy Zhurnal* = Siberian Journal of Oncology. 2020;19;5:145–153. DOI: 10.21294/1814-4861-2020-19-5-145-153 (In Russ.).
- 14. Muravleva A.V., Chernov V.I., Dudnikova Ye.A., et al. Metabolic Single-Photon Emission Computed Tomography with «99mTc-1-Thio-D-Glucose» New Possibilities for Hodgkin's Limphoma Staging. Rossiyskiy Elektronnyy Zhurnal Luchevoy Diagnostiki = Russian Electronic Journal of Radiology. 2021;11;3:171–177. DOI: 10.21569/2222-7415-2021-11-3-171-177 (In Russ.).
- Chernov V., Dudnikova E., Zelchan R., et al. Phase I Trial of ^{99m}Tc-1-Thio-D-Glucose for Imaging of Lymphomas // Preprints. 2022. doi: 10.20944/preprints202205.0028.v1.